



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 54 415 A 1**

51 Int. Cl.7:
F 01 B 3/00
F 04 B 1/20
F 03 C 1/06

21 Aktenzeichen: 198 54 415.4
22 Anmeldetag: 25. 11. 1998
43 Offenlegungstag: 10. 2. 2000

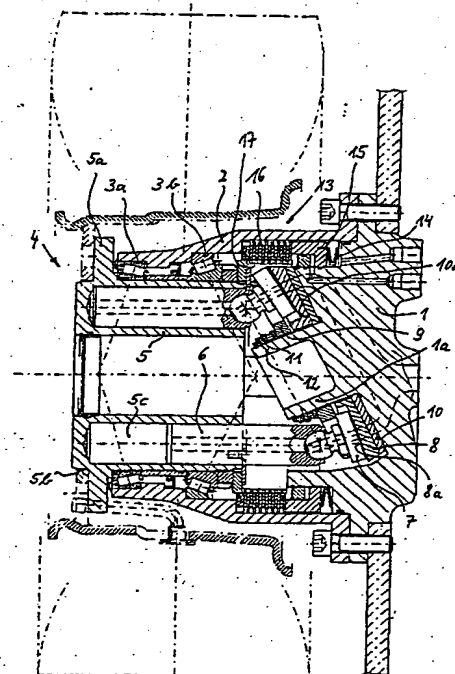
66 Innere Priorität:
198 35 829. 6 07. 08. 1998
71 Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

72 Erfinder:
Forster, Franz, Dipl.-Ing. (FH), 97753 Karlstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Wellenloser Axialkolbenmotor

57 Ein Axialkolbenmotor in Schrägscheibenbauweise, insbesondere ein Radmotor, besteht aus einem feststehenden Trägerteil (1), das eine Schrägscheibe (8) und eine Steuerfläche (10) enthält, einem rotierenden Abtriebsteil (4), in das eine Zylindertrommel (5) integriert ist, und gemeinsamen Lagern (3a, 3b) für die Lagerung der Zylindertrommel (5) und des Trägerteils (4). Erfindungsgemäß sind zur Reduzierung der Abmessungen des Axialkolbenmotors die Lager (3a, 3b) radial zwischen der Zylindertrommel (5) und einer mit dem Trägerteil (1) verbundenen, die Zylindertrommel (5) umgebenden Lagerbuchse (2) angeordnet. Die bevorzugt als Wälzlager ausgebildeten Lager (3a, 3b) nehmen sowohl die äußeren Kräfte (Radlasten) als auch die Triebwerkskräfte auf.



DE 198 54 415 A 1

DE 198 54 415 A 1

Die Erfindung betrifft einen Axialkolbenmotor in Schrägscheibenbauweise, insbesondere Radmotor, mit einem feststehenden Trägerteil, das eine Schrägscheibe und eine Steuerfläche enthält, und einem rotierenden Abtriebsteil, in das eine Zylindertrommel integriert ist, und gemeinsamen Lagern für die Lagerung der Zylindertrommel und des Trägerteils.

Ein gattungsgemäßer Axialkolbenmotor, bei dem die Zylindertrommel unter Verzicht auf die Zwischenschaltung einer Abtriebswelle direkt als Abtriebsteil wirkt (deshalb kann man einen solchen Axialkolbenmotor auch als "wellenlos" bezeichnen), ist aus der DE 196 42 022 A1 bekannt. Dieser Axialkolbenmotor besteht aus nur wenigen Einzelteilen. Bei dem bekannten Axialkolbenmotor werden die Radlasten über einen Achszapfen in das feststehende Trägerteil eingeleitet. Die Radlasten bestimmen den Durchmesser des Achszapfens und damit die Mindestabmessungen der Zylindertrommel und des Axialkolbenmotors in radialer Richtung.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, einen gattungsgemäßen Axialkolbenmotor zur Verfügung zu stellen, dessen Zylindertrommel mit kleineren radialen Abmessungen ausgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Lager radial zwischen der Zylindertrommel und einer mit dem Trägerteil verbundenen, die Zylindertrommel umgebenden Lagerbuchse angeordnet sind.

Der erfindungswesentliche Gedanke besteht demzufolge darin, eine Außenlagerung der Zylindertrommel in einer Lagerbuchse vorzusehen. Eine solche Anordnung erlaubt es, die Abmessungen der Zylindertrommel und des Axialkolbenmotors in radialer Richtung zu reduzieren, wodurch sich das Gewicht der Zylindertrommel und des gesamten Triebwerks deutlich verringern. Ein erfindungsgemäß ausgestalteter Axialkolbenmotor weist daher gegenüber dem eingangs beschriebenen Axialkolbenmotor eine höhere Dynamik auf und kann mit höheren Drehzahlen betrieben werden. Darüber hinaus sinken aufgrund der reduzierten Abmessungen die Herstellkosten. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Axialkolbenmotors lassen sich sehr kleine Baueinheiten herstellen. Es ist jedoch auch möglich, den durch den Wegfall des Achszapfens und der darauf angeordneten "inneren" Lager gewonnenen Raum nicht zur Größenreduzierung der Zylindertrommel sondern anderweitig zu nutzen.

Der radial innerhalb der Zylinderbohrungen in der Zylindertrommel zur Verfügung stehende Raum, der bei dem bekannten Axialkolbenmotor des Standes der Technik für den Achszapfen und die Lager benötigt wird und deshalb in einer bestimmten Mindestgröße des Axialkolbenmotors resultiert, kann beispielsweise dazu benutzt werden, um dort eine Vorrichtung zur Kompensation der Triebwerkskräfte (Axialkräfte) des Axialkolbenmotors unterzubringen, wie sie in der eingangs genannten Druckschrift DE 196 42 022 A1 beschrieben ist. Da eine solche Vorrichtung – für sich genommen – erheblich weniger Platz benötigt als ein Achszapfen zur Aufnahme der Radlasten, kann die Zylindertrommel dennoch kleiner hergestellt werden.

Sofern die Triebwerkskräfte bestimmte Größenordnungen nicht überschreiten, ist es jedoch erheblich vorteilhafter, wenn die Lager zur Aufnahme sowohl der äußeren Kräfte (Radlasten) als auch der Triebwerkskräfte ausgebildet sind. Eine Kompensationseinrichtung für die Triebwerkskräfte kann dann entfallen.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Schrägscheibe derart angeordnet ist, daß die Radialkomponenten der Triebwerkskräfte im Betriebs-

zustand den Radlasten entgegengerichtet wirksam sind. Die Lager werden demzufolge von den Radlasten entlastet. Es ergibt sich eine Verringerung der durch vertikale Kräfte hervorgerufenen Lagerbelastung, wodurch sich die Lebensdauer der Lager beträchtlich erhöht.

Zweckmäßigerweise bestehen die Lager aus zwei Schrägwälzlager in O-Anordnung, insbesondere Kegelrollenlagern.

Der erfindungsgemäße Axialkolbenmotor kann sowohl mit konstantem als auch mit verstellbarem Schluckvolumen ausgeführt werden.

Fertigungstechnisch günstig ist eine Anordnung, bei der eine ringscheibenförmige, drehsynchron mit der Zylindertrommel gekoppelte Schrägscheibe vorgesehen ist, die gegen die Steuerfläche des Axialkolbenmotors anliegt und mit Durchgangsöffnungen zur Verbindung von Zylinderbohrungen der Zylindertrommel mit Druckanschlüssen des Axialkolbenmotors versehen ist.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Schrägscheibe eine zur Abstützung von Hubkolben vorgesehene Lauffläche aufweist, die mit einer konkaven, insbesondere sphärischen Krümmung versehen ist. Eine solche Form der Lauffläche bewirkt, daß die Kolbenquerkraft (Radialkraft), die auf den am weitesten aus seiner Zylinderbohrung ausgetauchten und unter Betriebsdruck stehenden Hubkolben wirkt und die sich aus der Kraftzerlegung an der Abstützung des Hubkolbens an der Lauffläche der Schrägscheibe ergibt, nicht allein vom Neigungswinkel der Schrägscheibe bestimmt wird, sondern auch von der Krümmung der Lauffläche. Es ergibt sich daher unter Einbeziehung der Krümmung der Lauffläche ein gegenüber dem Neigungswinkel der Schrägscheibe kleinerer Abstützwinkel des Hubkolbens auf der Lauffläche der Schrägscheibe.

Infolgedessen ist bei gegenüber dem Stand der Technik gleichbleibendem Neigungswinkel der Schrägscheibe die Kolbenquerkraft des am weitesten ausgetauchten Hubkolbens verringert. Umgekehrt kann dies insofern genutzt werden, als bei gleichbleibender, maximal möglicher Kolbenquerkraft, d. h. bei Ausnutzung der maximal zulässigen Materialbelastungen, der Neigungswinkel der Schrägscheibe erhöht und damit die Leistung des erfindungsgemäßen Axialkolbenmotors beträchtlich gesteigert wird.

Zweckmäßigerweise ist die Krümmung der Lauffläche derart bemessen, daß die Flächenpressungen der Hubkolben in den Zylinderbohrungen und/oder die Durchbiegungen der Hubkolben, die während des Betriebs auftreten, nicht mehr als 20%, insbesondere nicht mehr als 10% voneinander abweichen.

Auf diese Weise ergibt sich eine gleichmäßige Belastung aller Hubkolben und Zylinderbohrungen.

Als besonders vorteilhaft hat sich ein Axialkolbenmotor erwiesen, bei dem der Neigungswinkel der Schrägscheibe zwischen 20° und 30° beträgt. Ein solcher Axialkolbenmotor weist bei geringen Außenabmessungen einen großen geometrischen Volumenstrom auf und damit ein hohes Leistungsvermögen. Die Belastungen der Hubkolben und Zylinderbohrungen sind durch die erfindungsgemäße Krümmung der Lauffläche im Vergleich zu bekannten Triebwerken dennoch nicht größer.

Es ist fertigungstechnisch günstig, wenn die Steuerfläche an einer Steuerscheibe angeordnet ist. Die Steuerscheibe kann somit getrennt hergestellt werden, was das Einbringen der Steuerschlitze erleichtert.

Die Schrägscheibe und die Steuerscheibe sind mit Vorteil auf einem an dem Trägerteil gebildeten Schrägzapfen angeordnet und unter Zwischenschaltung eines Axiallagers durch Federkraft beaufschlagt.

Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung sieht

vor, daß zwischen dem Trägerteil und dem Abtriebsteil eine Bremse angeordnet ist. Diese ist bevorzugt als hydraulisch lösbare Federspeicherbremse ausgebildet ist.

Bei Verwendung des erfindungsgemäßen Axialkolbenmotors als Radantrieb ist es günstig, wenn die Zylindertrommel mit einem Radbefestigungsflansch und einer Felgenzentrierung versehen ist.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in der schematischen Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Figur zeigt einen Schnitt durch einen als Radantrieb ausgebildeten Axialkolbenmotor in Schrägscheibenbauweise mit konstantem Schluckvolumen in Blickrichtung auf die Längsmittlebene des Axialkolbenmotors, wodurch die Neigung der Schrägscheibe des Axialkolbenmotors erkennbar ist.

Der Axialkolbenmotor weist einen feststehenden Trägerteil 1 auf, der zur Befestigung an einem fahrzeugfesten Bauteil (Rahmen, Achse etc.) ausgebildet und mit einer Lagerbuchse 2 verbunden ist. Radial innerhalb der Lagerbuchse 2 ist mittels zweier als Schrägwälzlager in O-Anordnung (bevorzugt Kegelrollenlager) ausgebildeter Lager 3a und 3b ein Abtriebsteil 4 gelagert, das im wesentlichen aus einer Zylindertrommel 5 des Axialkolbenmotors besteht. An der Zylindertrommel 5 sind ein Radflansch 5a und eine Felgenzentrierung 5b angeformt. Durch die Außenlagerung der Zylindertrommel 5 in der Lagerbuchse 2 kann der erfindungsgemäße Axialkolbenmotor mit reduzierten Abmessungen in radialer Richtung ausgeführt werden, was das Gewicht reduziert. Dadurch ist die Dynamik gesteigert (kleinere Rotationsmomente) und die Drehzahlgrenze deutlich erhöht. Die Herstellkosten werden verringert.

Die Lager 3a und 3b sind derart bemessen, daß sie sowohl die äußeren Kräfte (Radlasten) als auch die Triebwerkskräfte aufnehmen können. Das in der Figur rechte Lager 3b ist zu diesem Zweck größer dimensioniert als das in der Figur linke Lager 3a. Im Falle, daß die aufzunehmenden Triebwerkskräfte größere Lager erfordern und diese größeren Lager Platzprobleme aufwerfen, kann in dem radial innerhalb der Zylinderbohrungen in der Zylindertrommel 5 zur Verfügung stehenden Raum, der bei dem bekannten Axialkolbenmotor des Standes der Technik für den Achszapfen und die Lager benötigt wird, eine Vorrichtung zur Kompensation dieser Triebwerkskräfte (Axialkräfte) des Axialkolbenmotors untergebracht werden. Die Lager haben dann die von der Radlast erzeugten äußeren Kräfte und die Querkräfte aus dem Triebwerk aufzunehmen.

Die Schrägscheibe 8 ist derart angeordnet, daß die Radialkomponenten der Triebwerkskräfte im Betriebszustand den Radlasten entgegengerichtet wirksam sind (d. h., wie aus der Figur ersichtlich, ist die Schrägscheibe 8 so geneigt, daß im unteren, fahrbahnnahen Bereich des Axialkolbenmotors ein größerer axialer Abstand zur Zylindertrommel 5 besteht auf als im oberen Bereich). Dadurch wird eine hohe Lebensdauer der Lager 3a und 3b erzielt.

Die Zylindertrommel 5 weist konzentrische Zylinderbohrungen 5c auf, in denen jeweils ein Hubkolben 6 längsbeweglich ist, der über einen Gleitschuh 7 auf einer Lauffläche 8a einer ringscheibenförmigen Schrägscheibe 8 abgestützt ist. Die Gleitschuhe 7 werden durch eine ebenfalls ringscheibenförmige Niederhalteplatte 9 in Richtung zur Lauffläche 8a beaufschlagt. Die Lauffläche 8a der Schrägscheibe 8 ist zumindest im Bereich der am weitesten aus den Zylinderbohrungen 5c eingetauchten Hubkolben 6 mit einer konkaven Krümmung versehen. Diese Krümmung ist bevorzugt als sphärische Krümmung ausgebildet. Durch die Krümmung der Lauffläche 8a ist bei der Kraftzerlegung auf der Lauffläche 8a nicht der Neigungswinkel der Schrägscheibe

8 allein wirksam, sondern zusätzlich ein sich aus der Krümmung ergebender Winkel. Für den am weitesten aus seiner Zylinderbohrung 5c eingetauchten Hubkolben 6 resultiert daraus bei der Kraftzerlegung auf der Lauffläche 7 ein Abstützwinkel, der sich aus der Differenz zwischen dem Neigungswinkel und dem sich von der Krümmung der Lauffläche 7 bestimmten Winkel ergibt und der demnach kleiner ist als der Neigungswinkel der Schrägscheibe.

Infolgedessen ergibt sich bei unverändertem Neigungswinkel durch die konkave Krümmung der Lauffläche 8a im Bereich des am weitesten aus seiner Zylinderbohrung 5c eingetauchten Hubkolbens 6 eine verringerte Kolbenquerkraft. Umgekehrt ermöglicht dieser Effekt – unter Ausnutzung der zulässigen Materialbelastungen – bei einer gleichbleibenden, maximal möglichen Kolbenquerkraft eine Vergrößerung des Neigungswinkels der Schrägscheibe 8, was einer Erhöhung des geometrischen Volumenstroms und damit einer Leistungssteigerung der erfindungsgemäß ausgestalteten Axialkolbenmaschine gleichkommt.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß bei einer Krümmung der Lauffläche 8a, wie sie im vorliegenden Ausführungsbeispiel gezeigt ist, für den am weitesten in seine Zylinderbohrung 5c eingetauchten Hubkolben 6 ein Abstützwinkel resultiert, der sich aus der Addition des Neigungswinkels und des von der Krümmung der Lauffläche 8a bestimmten Winkels ergibt. Der Abstützwinkel ist demnach größer als der Neigungswinkel. Dadurch ergeben sich für den eingetauchten Hubkolben 6 zwar vergrößerte Kolbenquerkräfte, allerdings sind diese bezüglich der Belastungen Flächenpressung und Durchbiegung des Hubkolbens 6 unkritisch, da der Hubkolben 6 auf seiner ganzen Länge in der Zylinderbohrung 5c gegenüber der Kolbenquerkraft abgestützt ist.

Für eine möglichst gleichmäßige Belastung der Zylindertrommel 5 und der Hubkolben 6 ist die Krümmung der Lauffläche 8a vorzugsweise derart bemessen, daß die Flächenpressungen der Hubkolben 6 in den Zylinderbohrungen 5c und/oder die Durchbiegungen der Hubkolben 6, die während des Betriebs auftreten, nicht mehr als 20%, insbesondere nicht mehr als 10% voneinander abweichen.

Der erfindungsgemäße Axialkolbenmotor weist bevorzugt einen Neigungswinkel der Schrägscheibe 8 auf, der zwischen 20° und 30° beträgt.

Die Steuerung des Axialkolbenmotors erfolgt mittels einer mit Steuerschlitz versehenen, ringscheibenförmigen Steuerscheibe 10, die eine Steuerfläche 10a aufweist. Damit die Zylinderbohrungen 5c mit Drucköl versorgt werden können, sind in der Schrägscheibe 8 und den Gleitschuhen 7 sowie den Hubkolben 6 Durchgangsöffnungen vorgesehen.

Die Schrägscheibe 8 und die Niederhalteplatte 9 rotieren drehsynchron mit der Zylindertrommel 4 und werden über ein Axiallager 11 mittels Federkraft (Tellerfedern 12) gegen die nichtrotierende Steuerscheibe 10 gedrückt.

Die Steuerscheibe 10, die Schrägscheibe 8 und die Niederhalteplatte 9 sind auf einem an dem Trägerteil 1 gebildeten Schrägzapfen 1a angeordnet. Bei einer im Schluckvolumen verstellbaren Ausführung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine kann der Schrägzapfen 1a schwenkbar sein, um den Neigungswinkel der Schrägscheibe 8 zu verstellen.

Zwischen dem Abtriebsteil 2 und dem Trägerteil 1 ist eine Federspeicherbremse 13 angeordnet. Diese ist durch die Kraft von Tellerfedern 14 in Richtung zur Schließstellung beaufschlagt und kann durch einen im Querschnitt L-förmigen Ringkolben 15 hydraulisch gelöst werden. Die Federspeicherbremse 13 weist ein Lamellenpaket 16 auf, wobei die einzelnen Lamellen wechselweise mit der Lagerbuchse 2 bzw. einem mit der Zylindertrommel 5 verbundenen Mit-

nehmerkorb 17 gekoppelt sind.

Sämtliche Druckölanlüsse (Hochdruck, Niederdruck, Bremsdruck, Entlüftung) des erfindungsgemäßen Axialkolbenmotors sind an der in der Figur rechten Stirnseite des Trägereils 1 angeordnet.

Patentansprüche

1. Axialkolbenmotor in Schrägscheibenbauweise, insbesondere Radmotor, mit einem feststehenden Trägereil, das eine Schrägscheibe und eine Steuerfläche enthält, und einem rotierenden Abtriebsteil, in das eine Zylindertrommel integriert ist, und gemeinsamen Lagern für die Lagerung der Zylindertrommel und des Trägereils, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lager (3a, 3b) radial zwischen der Zylindertrommel (5) und einer mit dem Trägereil (1) verbundenen, die Zylindertrommel (5) umgebenden Lagerbuchse (2) angeordnet sind. 10
2. Axialkolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lager (3a, 3b) zur Aufnahme sowohl der äußeren Kräfte als auch der Triebwerkskräfte ausgebildet sind. 20
3. Axialkolbenmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägscheibe (8) derart angeordnet ist, daß die Radialkomponenten der Triebwerkskräfte im Betriebszustand den Radlasten entgegengerichtet wirksam sind. 25
4. Axialkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lager (3a, 3b) aus zwei Schrägwälzlagern in O-Anordnung bestehen insbesondere Kegelrollenlagern. 30
5. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine ringscheibenförmige, dreh synchron mit der Zylindertrommel (5) gekoppelte Schrägscheibe (8) vorgesehen ist, die gegen die Steuerfläche (10a) des Axialkolbenmotors anliegt und mit Durchgangsöffnungen zur Verbindung von Zylinderbohrungen (5c) der Zylindertrommel (5) mit den Druckanschlüssen des Axialkolbenmotors versehen ist. 40
6. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägscheibe (8) eine zur Abstützung von Hubkolben (6) vorgesehene Lauffläche (8a) aufweist, die mit einer konkaven, insbesondere sphärischen Krümmung versehen ist. 45
7. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmung der Lauffläche (8a) derart bemessen ist, daß die Flächenpressungen der Hubkolben (6) in den Zylinderbohrungen (5c) und/oder die Durchbiegungen der Hubkolben (6), die während des Betriebs auftreten, nicht mehr als 20% insbesondere nicht mehr als 10% voneinander abweichen. 50
8. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel der Schrägscheibe (8) zwischen 20° und 30° beträgt. 55
9. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerfläche (10a) an einer Steuerscheibe (10) angeordnet ist.
10. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägscheibe (8) und die Steuerscheibe (10) auf einem an dem Trägereil (1) gebildeten Schrägzapfen (1a) angeordnet und unter Zwischenschaltung eines Axiallagers (11) durch Federkraft beaufschlagt sind. 60
11. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Trägereil (1) und dem Abtriebsteil (4) eine Bremse an-

geordnet ist.

12. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremse als hydraulisch lösbare Federspeicherbremse (12) ausgebildet ist.

13. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylindertrommel (5) mit einem Radbefestigungsflansch (5a) und einer Felgenzentrierung (5b) versehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

